

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

JOONG SEON CHOE, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **PHOTODETECTOR**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**REQUEST FOR PRIORITY**

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>DATE OF FILING</u>
Korea	10-2002-0083757	24 December 2002
Korea	10-2003-0016276	15 March 2003

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 12/10/03

12400 Wilshire Blvd., 7th Floor  
Los Angeles, California 90025  
Telephone: (310) 207-3800

  
Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

대한민국 특허청  
KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

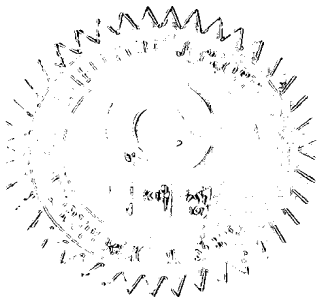
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0083757  
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 24일  
Date of Application DEC 24, 2002

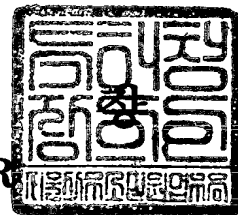
출원인 : 한국전자통신연구원  
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003    년    06    월    23    일

특    허    청

COMMISSIONER





## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0010
【제출일자】	2002. 12. 24
【발명의 명칭】	작은 흡수효율과 큰 대역폭을 갖는 광검출소자
【발명의 영문명칭】	Photodetector with low absorption efficiency and wide bandwith
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	신영무
【대리인코드】	9-1998-000265-6
【포괄위임등록번호】	2001-032061-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최중선
【성명의 영문표기】	CHOE, Joong Seon
【주민등록번호】	711013-1019713
【우편번호】	143-867
【주소】	서울특별시 광진구 자양1동 632-2 22/1
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	권용환
【성명의 영문표기】	KWON, Yong Hwan
【주민등록번호】	700325-1691422
【우편번호】	305-761
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 209-608
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대 리인 신영 무 (인)



1020020083757

출력 일자: 2003/6/24

【수수료】

【기본출원료】 10 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 0 항 0 원

【합계】 29,000 원

【감면사유】 정부출연연구기관

【감면후 수수료】 14,500 원

【기술이전】

【기술양도】 희망

【실시권 허여】 희망

【기술지도】 희망

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 초고속 광통신 시스템의 핵심 소자로서 요구되고 있는 광검출기 소자 및 그의 제조 방법에 관한 것으로서, p형 도핑층의 위치를 양자 우물 가까이로 접근시킨 구조를 도입한 고출력 고속 광검출기를 제공하는 데에 그 목적이 있다. 본 발명은 정공이 지나는 진성 영역에서 만나게 되는 이중 접합 장벽의 영향을 줄임으로써 동작 전압을 낮추고 대역폭을 개선할 수 있게 한다.

**【대표도】**

도 3

**【색인어】**

광검출 소자, 진성 영역, 대역폭, 이중 접합 장벽, 도핑 영역

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

작은 흡수효율과 큰 대역폭을 갖는 광검출소자{Photodetector with low absorption efficiency and wide bandwidth}

## 【도면의 간단한 설명】

제 1도는 일반적인 p-i-n 구조의 광도파로형 또는 진행파형 광검출기 소자의 구조

제 2도 (a)는 양자 우물 흡수층을 갖는 광검출기의 도핑을 고려하지 않았을 때의 밴드 에너지 다이어그램

제 2도 (b)는 기존 기술에 의한 양자 우물 흡수층을 갖는 광검출기의 도핑을 고려했을 때의 밴드 에너지 다이어그램

제 3도는 본 발명에서 제안하는 구조의 도핑을 고려했을 때의 밴드 에너지 다이어그램

11: InP 기판 12: n<sup>+</sup> 도핑된 InP

13: n<sup>+</sup> 오믹 전극 14: p<sup>+</sup> 오믹 전극

15: p<sup>+</sup> 클래딩층 16: 광흡수층

17: n<sup>+</sup> 클래딩층 18: n<sup>+</sup>층

201: 아래쪽 클래딩층 202: 아래쪽 양자 우물 장벽

203: 양자 우물 204: 위쪽 양자 우물 장벽

205: 위쪽 클래딩층 206: 컨덕션 밴드

207: 밸런스 밴드

208:  $n^+$  도핑된 아래쪽 클래딩층 209: 도핑 안된 아래쪽 클래딩층

210: 도핑 안된 위쪽 클래딩층 211:  $p^+$  도핑된 위쪽 클래딩층

212: 아래쪽 양자 우물 장벽 213: 양자 우물

214: 위쪽 양자 우물 장벽 215: 광여기된 정공

216: 광여기된 전자

31: 양자 우물 32: 도핑 안된 아래쪽 클래딩층 부분

33:  $n^+$  도핑된 아래쪽 클래딩층 부분

34: 아래쪽 양자 우물 장벽 35:  $p^+$  도핑된 위쪽 양자 우물 장벽 부분

36: 도핑 안된 위쪽 양자 우물 장벽

37:  $p^+$  도핑된 위쪽 클래딩층 38: 광여기된 정공

39: 광여기된 전자

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<24> 본 발명은 초고속 광통신 시스템의 광수신기에 관한 것으로, 특히 큰 대역폭을 가지는 고출력의 광도파로형 광수신 소자 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

<25> 정보 통신 환경의 발달로 광섬유를 통해 전송되는 정보의 양이 급격히 증가하여 그 정보를 수신하기 위한 수신기는 큰 대역폭이 요구되고, 큰 출력을 위해서는 광 흡수층으로 양자 우물을 사용하여 빛의 흡수 길이를 증가시키는 구조가 사용

되고 있다. 양자 우물을 사용할 경우 광가둠을 위해서 양쪽에 클래딩층을 형성해야 하며, 클래딩층은 굴절률이 작은 물질이어야 하고, 따라서 큰 밴드갭의 물질이 사용된다.

1.55 $\mu$ m의 파장대에서 작동되는 소자를 제작하기 위해서는 일반적으로 InP 기판 위에 InGaAsP 물질계를 사용한다. 그럴 경우 결정 성장의 어려움으로 인해 불연속적인 에너지 밴드 정렬 구조를 가지게 되고 결과적으로 광여기 전하가 이동하면서 몇 개의 장벽을 만나게 되며 이는 소자 동작 전압을 높이고 대역폭을 낮춘다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<26> 본 발명은 상기 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로, 빛에 의해 발생한 전류가 통과해야 하는 이중 접합 장벽이 대역폭과 동작 전압에 미치는 영향을 제거할 수 있는 구조의 광수신 소자 및 그의 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<27> 상기 과제를 이루기 위해, 본 발명에 의한 작은 흡수효율과 큰 대역폭을 갖는 광검출소자는, 측면입사형으로 하나 이상의 양자 우물을 흡수층으로 가지고, 광가둠을 위해 아래와 위의 클래딩층이 양자 우물 영역을 싸고 있으며, 공핍층의 두께가 광가둠을 위한 아래와 위의 클래딩층간의 간격보다 큼을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

<28> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 이하의 실시예는 이 기술 분야에서 통상적인 지식을 가진 자에게 본 발명이 충분히 이해되도록 제공되는 것으로서 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 기술되는 실시예에 한정되는 것은 아니다.



- <29> 앞서 설명한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 광수신 소자는, p-i-n의 구조로 이루어져 있으며 진성 영역에 양자 우물 구조의 광흡수층을 채택하고 클래딩층의 위치와 p형 도핑이 시작되는 지점을 적절히 조절하여 역방향 전압 하에서 정공이 지나가는 클래딩층의 시작 부분이 p형 도핑된 영역 안에 위치함을 특징으로 한다.
- <30> 도 1은 일반적인 광도파로형 또는 진행파형 p-i-n구조 광수신소자의 개략도이다. 고속 동작을 위해서 마이크로파의 손실이 적은 비전도성 InP 기판(11)을 사용하고 그 위에 n<sup>+</sup> 층(12)(18)을 성장시킨다. 광가둠을 위해서 n<sup>+</sup> 클래딩층(17), 흡수층(16), p<sup>+</sup> 클래딩층(15)을 차례로 성장시킨다. 측면 방향으로의 광가둠을 위해서 리지 모양으로 식각을 하고, 노출된 n<sup>+</sup> 층의 표면에 n<sup>+</sup> 오믹 전극(13)을 리지 양쪽에 형성하여 그라운드 라인으로 이용하고, 맨 위쪽의 p<sup>+</sup> 층에 p<sup>+</sup> 오믹 전극(14)을 형성하여 시그널 라인으로 이용한다. (14)와 (13)은 coplanar waveguide를 이루어 마이크로파 모드가 안정적으로 전파되도록 작용한다.
- <31> 광수신 소자에서의 고속 동작 특성에 영향을 미치는 요인으로 가장 중요한 것이 소자의 정전 용량이며, 본 발명에서와 같은 광도파로형 p-i-n 구조의 소자에서는 소자의 면적과 진성 영역의 두께가 그 크기를 결정한다. 진성 영역의 두께는 도핑된 영역의 위치에 의해서 정해지며 이 두께가 두꺼울수록 정전 용량은 작아지며 이것이 제한하는 대역폭 한계도 커지게 된다. 그러나 진성 영역이 지나치게 두꺼우면 전하의 이동 시간에 따른 대역폭 한계가 줄어들므로 대략 1??m 이하의 진성 영역이 일반적이다.
- <32> 한편, 흡수층으로 벌크 물질이 아닌 양자 우물(203)을 사용하게 되면 광도파로형 광수신 소자에서는 반드시 광가둠을 위한 클래딩층(201)(205)을 쌓아야 하며, 그러기 위

해서는 굴절률이 작은 물질을 클래딩층으로 쓰게 된다. 결과적으로 밴드갭이 큰 물질을 사용하게 되며 이렇게 해서 생성된 구조의 밴드 다이어그램이 도 2a에 나타나 있다.

<33> 도 2b는 두 클래딩층의 일부가 진성 영역에 포함되어 있을 경우 양자 우물에서 발생한 전자(215)(216)가 소자에 가해진 역전압에 의해 도핑된 영역으로 이동하면서 양자 우물의 장벽(212)과 클래딩층(209)(210)의 접합면에 생긴 장벽을 마주치는 상황을 나타내고 있는 도면이다. 도핑된 영역으로 이동하기 위해서는 열에너지에 의해서 장벽을 뛰어넘는 방법만이 존재한다.

<34> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광검출기 장치의 에너지 밴드 다이어그램으로서, 역전압이 인가된 경우이다. 양자 우물층에서 광여기된 전자(39)와 정공(38)이 각각 n층과 p층으로 이동하고 있으며, 전자는 클래딩(32)과 만나는 계면에서 생기는 에너지 장벽을 만나 원활히 도핑된 영역으로 유입되지 못하고 있으나 정공(38)은 클래딩(37) 계면에 도달하기 전에 도핑층에 이르므로 이중 접합 계면에서는 얇은 에너지 장벽을 뛰어넘는 경우와 터널링에 의해서 지나가는 방법이 가능하며 따라서 정공의 이동 속도에 미치는 장벽의 영향이 현저히 줄어든다. 정전 용량의 제한 때문에 전자와 정공이 모두 클래딩을 만나기 전에 도핑 영역에 도달하지 못한다면, 유효 질량이 크고 이동 속도가 낮은 정공에만 적용하는 것으로 효과를 볼 수 있다.

<35> 본 발명의 일 실시예에 따른 광검출기는 종래의 대칭적인 공핍층 구조와 도핑 영역의 구도에 비하여, 비대칭적인 구도를 도입함으로써 에너지 장벽이 일으키는 영향을 줄일 수 있다.

**【발명의 효과】**

- <36> 앞서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명은 양자 우물을 광흡수층으로 채택하여 고출력의 광여기전류를 얻을 수 있고, 비대칭적인 공핍층-도핑층 구도를 채용하여 작은 정전용량을 가지며 에너지 장벽에 의한 대역폭 감소 효과와 동작 전압 증가 효과를 없앴으로써 고출력 고속 동작이 가능한 광검출기에 응용이 가능한 효과가 있다.
- <37> 이상, 본 발명의 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상의 범위내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

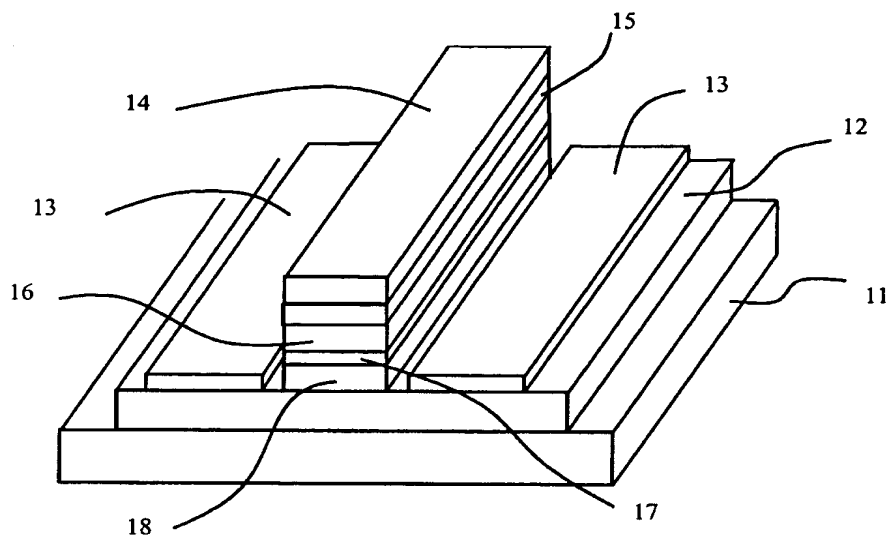
측면입사형으로 하나 이상의 양자 우물을 흡수층으로 가지고,  
광가둠을 위해 아래와 위의 클래딩층이 양자 우물 영역을 싸고 있으며,  
공핍층의 두께가 광가둠을 위한 아래와 위의 클래딩층간의 간격보다 큼을 특징으로  
하는 작은 흡수효율과 큰 대역폭을 갖는 광검출소자.

**【청구항 2】**

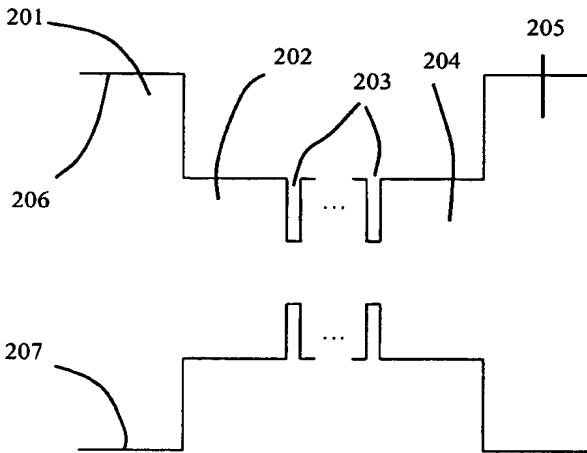
제1 항에 있어서,  
p형의 도핑이 시작되는 지점이 양자 우물 쪽에 치우쳐 있어서 하나의 클래딩층이  
전부 p형 도핑되어 있음을 특징으로 하는 작은 흡수효율과 큰 대역폭을 갖는 광검출소자

【도면】

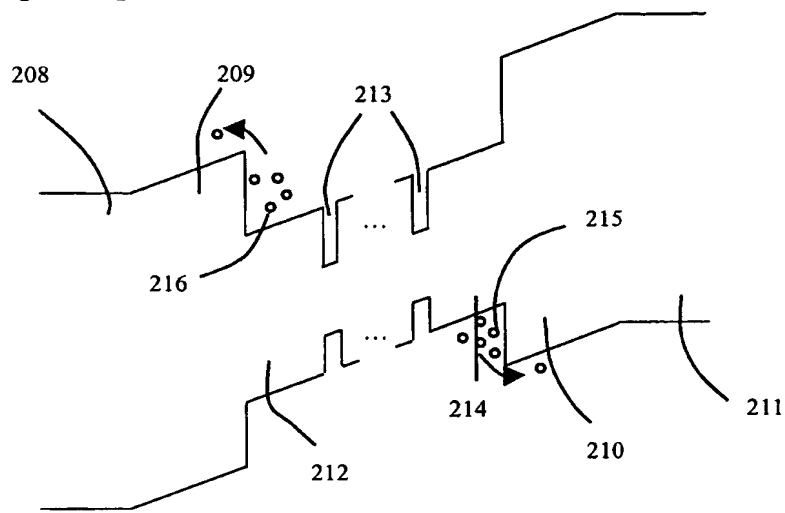
【도 1】



【도 2a】



【도 2b】



【도 3】

